



# 7 Thesen

## zur Ladeinfrastruktur

## von Elektrofahrzeugen

von  
Maximilian Faltlhauser

---

### **INHALT**

- 0) *Kurzer Exkurs vorab: Warum Elektromobilität eigentlich?* ..... 2
- 1) Ladesäulen im öffentlichen Raum haben eine Schlüsselfunktion bei der Reduzierung der Reichweitenangst. .... 3
- 2) Ladesäulen im öffentlichen Raum sind unrentabel für die Privatwirtschaft. 4
- 3) Laden & Parken darf im öffentlichen Raum nicht getrennt werden. .... 5
- 4) Eine effiziente Ladeinfrastruktur kombiniert teure Schnellladesäulen und billige Langsamladesäulen. .... 6
- 5) Alternative Techniken zum Laden mit Kabel sind nur für Marktnischen denkbar ..... 8
- 6) In der Markteinführungsphase des Elektroautos darf die Ladeinfrastruktur nicht technisch überfrachtet werden. .... 9
- 7) Ein Abrechnungssystem darf zu keinem neuen Monopol führen. .... 11



## 0) Kurzer Exkurs vorab: Warum Elektromobilität eigentlich?

Die erzeugungsstärksten erneuerbaren Energien sind Wind- und Wasserkraft. Mit diesen Techniken wird, wie bei der Photovoltaik auch, primär Strom erzeugt. Will man diese erneuerbaren Energien als Mobilitätsenergie nutzen, so fallen Umwandlungsverluste an. Betrachtet man die gesamte Wirkungsgradkette von der Erzeugung über die Speicherung bis hin zur Umwandlung in Bewegungsenergie, so weist die Elektromobilität nach heutigem Stand der Technik mit einem Umwandlungsverlust von nur etwa 20% den mit Abstand höchsten Gesamtwirkungsgrad auf. Die Hauptalternative Strom aus Wind, Wasser oder Sonne in Gasform zu speichern und damit ein Gasauto zu betreiben weist hingegen einen Umwandlungsverlust zwischen 80%-85% auf und ist damit fast um den Faktor vier größer als bei einem Elektrofahrzeug.

	Elektro- fahrzeug	Gasauto	
Stromerzeugung durch Wind, Wasser oder Photovoltaik	100%	100%	Stromerzeugung durch Wind, Wasser oder Photovoltaik
Energie nach Abzug der Umwandlungsverlust beim Laden einer Batterie	~ 90%	50% - 65%	Energie nach Abzug der Umwandlungsverlust durch Elektrolyse in Bioerdgas
Wirkungsgrad Elektromotor	~ 90%	~ 30%	Wirkungsgrad eines konventionellen Verbrennungsmotors
<b>Gesamtwirkungsgrad</b>	<b>~ 80%</b>	<b>15% - 20%</b>	<b>Gesamtwirkungsgrad</b>
<i>Energieverlust</i>	<i>20%</i>	<i>80 - 85%</i>	<i>Energieverlust</i>

Es gibt weitere alternative Konzepte für regenerative Mobilitätsenergie. Diese umfassen die Themenkomplexe Wasserstoffspeicherung, Brennstoffzelle, sowie die direkt an der Biomasse aufsetzenden Ansätze von Bioerdgas, Biodiesel oder Ethanol. Diese direkt miteinander zu vergleichen ist dabei nur schwer möglich, da sich sehr unterschiedliche technische, wirtschaftliche und ethische (Tank vor Teller) Aspekte nur schwer gegeneinander abwägen lassen.

Das Hauptmanko der meisten Alternativen liegt dabei in dem vergleichsweise niedrigen Wirkungsgrad von Verbrennungsmotoren von um die 30%. Die Hauptstärke eines Elektromotors liegt bei seinen hohen Wirkungsgrad von um die 90%.



## 1) Ladesäulen im öffentlichen Raum haben eine Schlüsselfunktion bei der Reduzierung der Reichweitenangst.

Das größte Manko von Elektrofahrzeugen im Vergleich zu ihren konventionellen Gegenstücken, ist ihre geringe Reichweite gepaart mit langen Ladezeiten. Über die Reichweiten von Benzin- und Dieselfahrzeugen macht sich niemand Gedanken, da diese schnell wieder betankt werden können. Normalerweise dauert ein Tankstopp nicht länger als fünf Minuten. Bei Elektrofahrzeugen ist dies anders. Selbst bei Schnellladepunkten würde ein „Tankstopp“ immer zu einer längeren Pause ausufern. Selbst eine Gleichstromschnellladung (siehe Tabelle) wird immer mehr als 15 Minuten in Anspruch nehmen. Höhere Volt- und Amperezahlen hätten zudem zur Folge, dass ein „Normalbürger“ weder berechtigt noch befähigt wäre mit diesen adäquat und risikolos umzugehen.

Ladezeit	Ladeart	Stromversorgung	Netzspannung	max. Strom
6-8 h	langsames „Steckdosenladen“	1-Phasenstrom, 3,3 kW	230 V - AC	16 A
3-4 h	Beschleunigtes Ladung	1-Phasenstrom, 7 kW	230 V - AC	32 A
2-3 h	Beschleunigtes Ladung	3-Phasenstrom, 10 kW	400 V - AC	16 A
1-2 h	beschleunigtes Ladung	3-Phasenstrom, 24 kW	400 V - AC	32 A
20-30 min.	Schnellladung	3-Phasenstrom, 43 kW	400 V - AC	63 A
20-30 min.	Schnellladung	Gleichstrom, 50 kW	400-500 V - DC	100-125 A

Diese Umstände begründen das Problem der Reichweitenangst beim Endverbraucher. Unsere Gesellschaft hat eine sehr konkrete Vorstellung darüber, wie Mobilität heutzutage auszusehen hat. Pausen von ein bis zwei Stunden alle 100 bis 200 km sind darin genau so wenig vorgesehen wie ein liegen bleiben mit leerem Tank oder Batterie.

Man nutzt zwar nicht jede Tankstelle an der man vorbeifährt, doch vermittelt jede Tankstelle ein Gefühl der Sicherheit, dass man tanken könnte, wenn dies notwendig wäre. Genauso ist auch die Präsenz von Ladeinfrastruktur zu verstehen. Ein typischer Zweitwagenpendler wird nur dann in die Arbeit mit einem Elektroauto fahren, wenn er dies ohne Ladepause bewerkstelligen kann. Ladeinfrastruktur benötigt er nur in Ausnahmefällen. Eine Ausnahme tritt bei ungeplanten, höherem Energiebedarf ein. Ursache hierfür kann ein Stau, eine Umleitung oder unvorhergesehene Fahrten sein.

Unplanmäßige Ladepausen werden für den Nutzer eines Elektrofahrzeuges wohl immer mit einem gewissen Maß an Unannehmlichkeiten verbunden sein. Eine Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum muss daher zwei Ziele verfolgen. Erstens unplanmäßiges Laden zu ermöglichen und die damit verbundenen Unannehmlichkeiten zu minimieren. Und zweitens dem Nutzer eines Elektrofahrzeuges die Sicherheit zu vermitteln, dass er aufladen könnte, wenn er aufladen müsste.



Das Fehlen von sichtbaren Lademöglichkeiten begründet ein subjektives Gefühl der so genannten „Reichweitenangst“ und wird regelmäßig als eines der größten Markteintrittsbarrieren für Elektroautos angeführt. Der Schaffung von Ladeinfrastruktur im öffentlichen und halböffentlichen Raum fällt somit eine Schlüsselrolle zu, um die psychologisch begründete Reichweitenangst beim Endkunden zu reduzieren und eine entscheidende Hürde zur Marktabtastung von Elektroautos zu überwinden.

Somit stellt sich die Frage: Woran krankt dann der Aufbau dieser doch so notwendigen Ladeinfrastruktur?

## **2) Ladesäulen im öffentlichen Raum sind unrentabel für die Privatwirtschaft.**

Ein Hauptgrund, warum das Geschäftsmodell Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum für einen privatwirtschaftlichen Investor unwirtschaftlich ist, liegt darin, dass Strom zu billig ist.

Nimmt man eine Ladekapazität von 20 kWh für ein durchschnittliches Elektroauto an und unterstellt man einen Strompreis von 0,25 €/kWh, so ergibt sich ein maximaler Umsatz von 5,00 € für das Vollladen eines Elektroautos. Der Strompreis von 0,25 €/kWh entspricht in etwa dem durchschnittlichen Strompreis eines Haushaltskunden in Deutschland im Jahre 2011 (24,95 ct./kWh Quelle: BDEW). Den Strompreis für Ladestrom im öffentlichen Raum höher anzusetzen als den von Haushaltsstrom, ist deshalb nicht möglich, da man sich hierdurch aus dem Markt „heraus preisen“ würde. Elektrofahrzeugnutzer würden nur noch in echten Ausnahmefällen diesen Strom nutzen, ansonsten jedoch immer zuhause oder an ihrem Arbeitsplatz laden. Die Preiselastizität zwischen den Lademöglichkeiten zuhause, am Arbeitsplatz und im öffentlichen Raum ist somit sehr hoch. Man könnte zwar Strom teurer verkaufen, würde dann aber viel weniger Strom verkaufen und unterm Strich sogar weniger Umsatz generieren.

Würde man weiter sehr optimistisch annehmen, dass jeden zweiten Tag im Jahr ein Elektroauto an einem Ladepunkt die komplett leeren Batterien vollladen würde, oder an jedem Tag im Jahr ein Elektroauto 10 kWh laden würde (halbe Batterieladung), so ergibt sich ein Jahresumsatz von 912,50 €. Diese Einnahmen müssten alle laufenden Ausgaben decken. Allen voran den Stromeinkauf, die Strom- und die Umsatzsteuer, Gebühren für die Nutzung von öffentlichen Raum und alle laufenden Ausgaben für den technischen und kaufmännischen Betrieb.

Wird eine stattliche Gewinnmarge nach Abzug dieser Kosten von 0,05 €/kWh unterstellt, so ist der Ertrag für diesen Ladepunkt bei 182,50 € p.a. Der generierte Jahresertrag müsste somit die Investitions- und Installationskosten des jeweiligen Ladepunktes inklusive einer angemessenen Rendite übersteigen um wirtschaftlich betrieben werden zu können.

RWE bietet aktuell ihre Ladesäule (RWE eStation) zu einem Preis von 2.995,- € inklusive Versand und Mehrwertsteuer an. Planungskosten und Installation werden extra berechnet. Billigere Anbieter liegen für eine Ladestation um die 1.000,- €, technisch anspruchsvollere Modelle sind für deutlich über 5.000,- € zu haben. Hochwertige Gleichstromschnellladesäulen mit 50 kW Leistung liegen um die 25.000,- € (ABB).

Die durchschnittliche Lebensdauer eines Parkscheinautomaten beträgt ca. 10 – 15 Jahre und kann als Richtwert für eine Ladesäule verwendet werden. Der



maximal denkbare Gesamtertrag einer Ladesäule beträgt somit 2.737,50 € verteilt auf 15 Jahre.

Dies erscheint auf den ersten Blick nicht gänzlich hoffnungslos. Kennt man jedoch die Erfahrungen aus den Testregionen für Elektromobilität, so ist mit Sicherheit davon auszugehen, dass der Verkauf von 10 kWh pro Tag besonders für die nächsten fünf bis zehn Jahre während der Markteintrittsphase viel zu hoch ist. In allen bekannten Testregionen wurde eine durchschnittliche Lademenge von 10 kWh pro Woche für eine Ladestation im öffentlichen Raum nicht überschritten. Auf eine Abrechnung von weniger als 130,- € p.a. wurde daher auch regelmäßig verzichtet. Erst ab einer sehr großen Anzahl von Abrechnungsvorgängen kann ein Abrechnungssystem rentabel wirtschaften. Es ist mehr als fraglich, ob die Ladevorgänge im öffentlichen Raum von einer Million Elektroautos im Jahr 2020 hierfür ausreichen werden.

Mit dem Verkauf von Ladestrom im öffentlichen und halböffentlichen Raum kann somit auch in absehbarer Zukunft kein privatwirtschaftliches Unternehmen Geld verdienen.

### **3) Laden & Parken darf im öffentlichen Raum nicht getrennt werden.**

Diese These mag auf den ersten Blick trivial erscheinen. Dennoch sind die daraus ableitbaren Schlussfolgerungen zum Verständnis von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum essentiell. Die nachstehenden Überlegungen folgen der Grundannahme, dass es keinen Sinn macht, für einen Ladeparkplatz sowohl Parkgebühren als auch Stromkosten separat und mit unterschiedlichen Systemen abzurechnen. Einem Autofahrer das Lösen eines Parkscheines und gleichzeitig eine Stromabrechnung, egal nach welchem System, abzuverlangen, entspräche nicht den heute gängigen Vorstellungen von Verbraucherfreundlichkeit. Parkgebühren müssen entweder durch ein Abrechnungssystem für Ladestrom abgegolten werden oder umgekehrt müssen die Kosten für Ladestrom in den Parkgebühren enthalten sein.

In deutschen Innenstädten kostet Parken am Straßenrand pro Stunde zwischen 3,00 € (Berlin) und 1,50 € (Düsseldorf). Die Kosten für Parkhäuser in Innenstadtlagen liegen dabei mit Werten zwischen 9,00 € (München) und 6,00 € (Frankfurt am Main) um ein vielfaches höher (Quelle: INSM-Studie von 2008). Wird mit einer typischen Steckdosenstromleistung von 230V und 16A für 0,25 €/kWh geladen, so ergeben sich für eine Ladezeit von einer Stunde Stromkosten von 0,92 €/kWh. Je nach Leistung des Ladepunktes und je nach Ort des Ladeparkplatzes ergeben sich somit zwei unterschiedliche Szenarien. Einmal ist das Parken teurer als der Ladestrom (Großstadt), ein andermal ist der Strom teurer als das Parken (kleine Kommune).

Des Weiteren muss der Aspekt der Wirtschaftlichkeit des Ladeparkplatzes aus der Sicht des Parkplatzeigentümers mit in ein Effizienzkalkül mit einbezogen werden. Würde heute zum Beispiel die Stadt München mit einer Parkgebühr für die „blaue Zone“ im Innenstadtbereich von 2,50 € pro Stunde einen gebührenfreien und für Elektroautos reservierten Ladeparkplatz zur Verfügung stellen, so würden die geringen Einnahmen für Ladestrom in keinem Verhältnis zu den entgangenen Parkgebühren stehen. Dies gilt insbesondere für die Markteinführungsphase der Elektromobilität, in der davon auszugehen ist, dass ein Innenstadtladeparkplatz



die meiste Zeit unbenutzt sein wird. Die Opportunitätskosten für den Parkplatz sind somit für eine Gemeinde viel höher, als es kostenloser Ladestrom verbunden mit einer normalen oder erhöhten Parkgebühr wäre.

Ein weiterer bedeutender Aspekt ist die Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur. Ein Ladepunkt kann nur dann genutzt werden, wenn der dazugehörige Parkplatz nicht belegt ist. Grundsätzlich können konventionelle Autos gleichermaßen wie Elektroautos einen Ladepunkt ineffizient besetzt halten. Denn auch ein Elektroautofahrer kann durch dreiwöchiges Dauerladeparken die hohen Investitionskosten für einen Ladepunkt unrentabel werden lassen, wenn am Ende nur die vergleichsweise geringe geladene Strommenge in Rechnung gestellt werden kann.

Ein Königsweg zur Lösung dieses vielschichtigen Problems gibt es nicht. Gilt für konventionelle Autos ein Parkverbot auf Ladeparkplätzen, so verliert die Gemeinde dadurch hohe Parkgebühreinnahmen. Dürfen diese dort uneingeschränkt Parken, werden Ladepunkte für Elektroautos weitgehend unnützlich, da diese von konventionellen Autos zugeparkt werden. Ein probates Mittel gegen elektrische Dauerladeparker ist nur durch die Nutzung von Zeittarifen möglich. Für kleine Gemeinden auf dem Land kommt häufig noch das Problem hinzu, dass Parkraum überhaupt nicht bewirtschaftet wird und es keine Parkplatzkontrolleure gibt die elektrische Dauerparker im Zaum halten könnten.

Bleibt abschließend festzustellen: Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum muss auf ein Parkraummanagement und die örtlichen Parkplatzbedingungen abgestimmt werden. Das Bereitstellen von Ladeparkplätzen ist für Kommunen unter Umständen mit hohen Opportunitätskosten verbunden.

#### **4) Eine effiziente Ladeinfrastruktur kombiniert teure Schnellladesäulen und billige Langsamladesäulen.**

Das Nebeneinander von Schnellladesäulen (ab 10,0 kW) und Ladepunkten an denen nur langsam geladen (3,6 kW) werden kann, ist heute schon bestehende Realität. Elektrofahrzeuge werden heute an heimischen Garagensteckdosen genauso aufgeladen, wie an den zwar wenigen aber vorhandenen Schnellladesäulen (z.B. von RWE). Die „ultraschnellen“ Ladesäulen mit 50 kW Gleichstrom sind gegenwärtig noch seltene Exoten. Es stellt sich somit die Frage, ob sich hieran in Zukunft etwas ändern wird oder gar technisch bedingt, etwas ändern muss?

Es gibt einen technischen Pferdefuss bei konventionellen Haushaltssteckdosen. Die haushaltstypischen Stromleitungen sind normalerweise nicht auf einen maximalen Dauerbetrieb der Nennleistung von 3,6 kW ausgelegt. Diese Einschränkung kann jedoch problemlos und zu minimalen Kosten durch eine Verstärkung der Leitung durch jeden beliebigen Elektriker behoben werden.

Für die Bequemlichkeit eines Ladekunden ist Schnellladen besser als langsames Laden. Schnellladen ist jedoch immer mit „stärkerem Strom“ verbunden (höhere Amperezahl, höhere Voltzahl). Dies bedeutet gleichzeitig höhere Investitionskosten, da stärkere Sicherungen, stärkere Kabel, bessere Isolatoren etc. benötigt werden. Eine Schnellladesäule ist somit mit deutlich höheren Investitionskosten für den Infrastrukturbetreiber verbunden und damit auch



indirekt für den Ladekunden, da dieser final diese höheren Kosten mit zu tragen hat. Somit ergibt sich ein einfaches ökonomisches Zielkalkül für jeden einzelnen Ladepunkt: Was ist es dem Ladekunden wert, dass er schnell statt langsam laden kann?

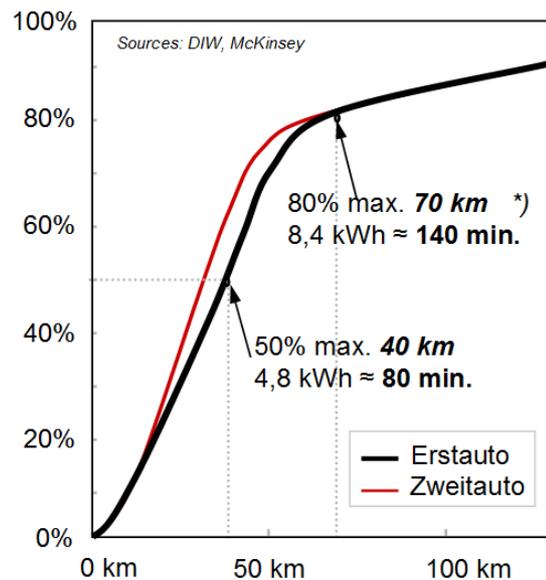
An dieser Stelle hilft ein Blick auf die bekannten Verhaltensanalysen von Autofahrern, die vor allem dazu benutzt werden, um die Alltagstauglichkeit von Elektromobilität an sich zu belegen (siehe Graphik). Hieraus lassen sich zwei wichtige Schlussfolgerungen für das Ladeverhalten ziehen. Zum einen, dass Elektroautos sehr lange Stehzeiten aufweisen, also regelmäßig genügend Zeit zum aufladen vorhanden ist. Zum anderen, dass durch die niedrige Tageskilometerzahl die Batterien von Elektrofahrzeugen normalerweise nicht leer sind, sondern häufig mindestens halb voll sind. Auch dieses Faktum verringert die durchschnittliche erforderliche Zeit um „voll zu laden“. Das Kundenverhalten lässt somit breiten Raum für „langsam laden“. In den meisten Fällen hat die Möglichkeit schnell aufzuladen somit für den Ladekunden keinen Mehrwert. Es ist daher davon auszugehen, dass der Ladekunde dafür auch kein zusätzliches Geld auszugeben bereit ist.

Der aktuelle Stand der Batterietechnik ist zudem ein Argument für langsames Laden. Denn langsames Laden schont die Batterien, wogegen Schnellladen die Lebensdauer von den meisten gängigen Batterietypen reduziert.

Ein weiteres Argument für die Kombination von schnellen und langsamen Ladepunkten besteht in der höheren Versorgungsdichte von Ladepunkten, die auf diese Weise erreicht werden kann. Ausgangspunkt ist die Annahme, dass für die Errichtung der gesamten Ladeinfrastruktur nur mehr oder weniger gleichbleibende begrenzte finanzielle Mittel zur Verfügung stehen. Da Schnellladepunkte erheblich teurer sind als Ladepunkte zum „langsamen Laden“, können bei gleichen Kosten mehr Langsamladepunkte errichtet werden als Schnellladepunkte. Das Ladeinfrastrukturnetz ist somit enger gestrickt, die Versorgung mit nutzernahen Lademöglichkeiten ist höher.

Eine finale Aussage über das zukünftige Verhältnis von Schnellladepunkten zu Langsamladepunkten wäre aus heutiger Sicht mehr als gewagt. Dass ein Bedarf für Schnellladepunkte besteht ist allgemein anerkannt. Dass Langsamladepunkte ökonomisch sinnvoll sind, wurde in diesem Abschnitt ausführlich begründet und erläutert. Es wird also auch in Zukunft ein Nebeneinander von Schnellladepunkten und Langsamladepunkten geben. Wieso sollte auch eine Garagensteckdose durch eine mehrere tausend Euro teure Schnellladelösung ersetzt werden, anstatt deren Leitungen für wenige hundert Euro zu verstärken. Das Elektroauto wird mit beiden Lösungen problemlos über Nacht wieder aufgeladen.

### Tägliche Fahrleistung Privatfahrzeuge nötige kWh mit „langsam Ladezeit“



\*) Lesehilfe: 80% aller privaten PKW's fahren weniger als 70 km pro Tag. Beim Laden mit 16A und 230V (langsam Laden) ergibt sich daraus eine Ladezeit von ca. 140 Minuten pro Tag.



## **5) Alternative Techniken zum Laden mit Kabel sind nur für Marktnischen denkbar**

Es gibt neben dem Laden per Ladekabel noch zwei weitere technische Alternativen um ein Elektrofahrzeug mit elektrischer Energie zu beladen: kontaktloses Induktionsladen und Laden durch das Auswechseln der Batterie. Redox-Flow-Batterien (Tanken von flüssigen Elektrolyten) stellt noch technologisches Neuland dar und wird mittelfristig keine Rolle spielen. Sie werden daher im Weiteren nicht in Betracht gezogen.

Induktionsladen ist wahrscheinlich für den Fahrer die einfachste und angenehmste Art und Weise ein Elektroauto aufzuladen. Über eine im Boden eingebaute Spule wird Strom induktiv in eine korrespondierende Spule im Auto übertragen. Um einen Ladevorgang einzuleiten muss das Elektroauto lediglich über einer Ladespule abgestellt werden.

Drei entscheidende Nachteile disqualifizieren diese Technik jedoch für einen breiten Einsatz in der Fläche. Erstens ist der Einbau von einer Spule auf Parkplätzen oder am Straßenrand sehr teuer. Zweitens gibt es eine technische Höchstgrenze für den Stromfluss, die ein Schnellladen ausschließt. Zudem ist ein wechselseitiges Be- bzw. Entladen ebenfalls nicht möglich. Und drittens ist diese Technik mit einem zusätzlichen Energieverlust von mindestens 10% verbunden. Die unbestritten sehr hohe Kundenfreundlichkeit dieser Technik scheitert an den hohen Kosten und der geringen Stromleistung. Die Kosten für den Kunden sich das Ein- und Ausstecken eines Ladekabels zu ersparen, steht in keinem gerechtfertigten Verhältnis zu dem dafür anfallenden Aufwand.

Elektroautos könnten durch das Auswechseln der Batterie konventionellen Autos mit Verbrennungsmotor hinsichtlich des Lade- bzw. Tankverhaltens gleichgestellt werden. Das wohl prominenteste Unternehmen, das diesen Lösungsansatz verfolgt ist „Better Place“ ([www.betterplace.com](http://www.betterplace.com)). Um diesen Ansatz erfolgreich umsetzen zu können, sind jedoch gleich mehrere Voraussetzungen erforderlich die vor allem im Verantwortungsbereich der Automobilindustrie liegen. Das Prinzip Wechselbatterie kann sich nur dann richtig entfalten, wenn alle Elektroautos über die gleiche, standardisierte Wechselbatterie verfügen und ausreichend Wechselstationen bestehen, bei denen ausreichend aufgeladene Wechselbatterien vorrätig sind. Aus heutiger Sicht muss der Ansatz Wechselbatterie als gescheitert angesehen werden, sollten sich nicht wesentliche Marktparameter ändern.

Allem voran hat die Automobilindustrie kein Interesse an einer einheitlichen Standardbatterie für Elektroautos. Durch den Technologiewechsel zum Elektroauto werden bereits die zwei Kernkompetenzbereiche Motoren- und Getriebetechnik obsolet. Über einen getriebelosen Elektromotor, kann sich ein Automobilhersteller von seiner Konkurrenz jedoch nicht differenzieren. Würde nun auch noch die Batterie und damit die Leistung des Elektroautos standardisieren, bliebe den Automobilherstellern de facto kaum mehr Spielraum um sich überhaupt von Konkurrenten abzuheben. Jedes Elektroauto wäre abgesehen vom Design und ein paar technischen Spielereien gleich. Insbesondere deutsche Autobauer mit ihren Markenmerkmalen Qualität, Leistung und Freude am Fahren würden ihre Geschäftsgrundlage verlieren.

Nicht zu unterschätzen wäre zudem, dass man bei der Verwendung des Wechselbatterieansatzes von einem internationalen Monopolbetrieb für



Ladetankstellen auszugehen wäre. Vor dem Hintergrund der schon heute oligopolartig strukturierten Tankstellenbranche und der damit einhergehenden Kritik, kein unbedingt erstrebenswertes Ziel.

Ein Ziel dass in seiner Umsetzung zudem mit Sicherheit zu den kostspieligeren Varianten gehört. Denn die Batterie eines Elektroautos ist mit weitem Abstand das teuerste Einzelteil, das die gesamte Automobilbranche überhaupt kennt. In keinem Auto mit Verbrennungsmotor gibt es ein Bauteil das ähnlich teuer wäre, wie eine Batterie in einem Elektroauto. Die Kosten für die Batterie liegen zwischen einem Drittel und der Hälfte der Gesamtkosten für ein Elektroauto. Genau dieses Bauteil würde jedoch pro Elektroauto mehr als einmal benötigt werden, da ja flächendeckend an jeder Ladestation mehrere vollgeladene Wechselbatterien bereit gestellt werden müssten. Diese zusätzlichen Investitionskosten würden auf den Endkunden und Elektroautonutzer umgelegt werden. Elektroautofahren würde damit teurer.

Nur das Laden mit Ladekabel kann auf die einzige bestehende Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge aufbauen, den tausenden Steckdosen in den Garagen Deutschlands. Alle anderen technischen Ansätze sind mit weit höheren Eingangsetzungsinvestitionen verbunden und werden daher vor allem für Nischenmärkte relevant, wie zum Beispiel das Induktionsladen von elektrischen Flughafenfahrzeugen.

Nachdem an dieser Stelle sich klar für das Laden mit Kabel ausgesprochen wurde, verlangt einem aufmerksamen Leser möglicher Weise nach der Beantwortung der Frage, wie ein standardisierter Stecker dieses favorisierten Ladekabels auszusehen hat? Ob sich die deutschen Steckernormen im internationalen Wettbewerb durchsetzen werden und welche Funktionen eine solche Steckerverbindung zu erfüllen hat?

So sehr diese Fragen berechtigt sind, so sieht sich der Verfasser nicht in der Lage eine belastbare Aussage zu treffen. Zu viele Variablen, die nicht dem wirtschaftlichen Ermessen folgen, wirken auf diese Entwicklung ein. Diese Entscheidung findet in erster Linie auf dem Parkett der internationalen Wirtschaftspolitik statt, bei dem wahrscheinlich das Land die besten Karten haben wird, dass die ersten serienmäßig hergestellten Elektroautos auf dem Markt bringt. Momentan sieht es nicht danach aus, dass dies Deutschland sein wird.

## **6) In der Markteinführungsphase des Elektroautos darf die Ladeinfrastruktur nicht technisch überfrachtet werden.**

Der globale Trend zur Elektromobilität als internationale Aufgabe und Herausforderung hat dazu geführt, dass geradezu ein Feuerwerk an technischen Lösungen und Ideen entfacht wurde. Innovative Steckverbindungen, Steuerungs- und Abrechnungssysteme, I-Cloud-basierte dezentrale Stromspeicherungssysteme und vieles mehr werden auf eigenen Fachmessen intensiv diskutiert und analysiert. Die unterschiedlichsten Unternehmen versuchen sich im Zuge der Marktetablierung von Elektroautos einen strategischen Vorteil zu verschaffen.



Ein Grund, warum auch viele technische Ansätze unter diesen Ideen sind, die mehr Spielerei als Techniken mit Aussicht auf einen dauerhaften Markterfolg, liegt darin, dass es noch keinen Normen setzenden Käufer für diese technischen Lösungen gibt. Kein Unternehmen kann und will sich in die Pflicht nehmen lassen, eine flächendeckende Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge aufzubauen und zu betreiben. Es fehlt somit der Abnehmer, der darüber entscheidet, was er für sinnvoll und was für weniger sinnvoll erachtet. „Wer zahlt schafft an.“ Sagt das Sprichwort. Wenn keiner zahlt, schafft auch keiner an. Das Angebot an Ladelösungen ist mannigfaltig und gleichzeitig ziellos, da es schlicht an der Nachfrage fehlt, die mehr sein will als nur modellhaft.

Der Markt für Ladelösungen ist somit noch jung und frisch und wird daher auch fleißig von allen Seiten bearbeitet. Es fließt viel unternehmerische Energie in Gremien, die Normen setzen. Es wird lobbying betrieben, um anderen seine Regeln aufzuzwingen und seinem eigenen Unternehmen dadurch einen strategischen Vorteil zu verschaffen. Gepaart wird dies mit einem für Deutschland typischen ingenieurgetriebenen, technischen Perfektionismus.

Versuchen wir uns daher der Frage der Ladeinfrastruktur bewusst einfach und puristisch zu nähern. Was sind die minimalen technischen Anforderungen für eine Ladeinfrastruktur?

Letztendlich sind das einfache, wenn möglich leistungsverstärkte, Steckdosen. Möglichst viele Standard-Schuko-Steckdosen in privaten Garagen, in Parkhäusern, auf Firmengeländen und soweit möglich auch im öffentlichen Raum am Straßenrand. Jede weitere Anforderung ist zu überprüfen und gegebenenfalls zu begründen. Denn jedes mehr an Anforderung kostet Geld. Im Folgenden sollen ein paar beispielhafte Punkte ein Gefühl vermitteln, wie breit das Feld für Ladelösungen ist, wenn man alle Nutzungsfälle berücksichtigt:

- Ist eine Abdeckung oder Klappe für die Steckdose immer notwendig? Oder reicht in Parkhäusern und bei überdachten Stellplätzen ein FI-Schutzschalter?
- Muss eine Abdeckklappe verriegelbar sein, um ein unautorisiertes Ausstecken zu verhindern? Oder verhindert man hierdurch ein Sicherheits-Not-Aus durch Ausstecken oder erhöht sogar den Schaden beim „eingesteckten Losfahren“?
- Muss jede Steckdose einen Stromzähler haben? Oder reicht eine erhöhte pauschale Parkgebühr (vor allem in Parkhäusern und auf Firmenparkplätzen)?
- Ist ein Bezahlen des Ladestroms überhaupt gewünscht? Oder will man ganz bewusst den Ladestrom am Kundenparkplatz an seine Kunden kostenlos abgeben, auch weil es noch sehr wenige Elektroautos gibt, die diesen Service in Anspruch nehmen würden?
- Ist ein Display an einer Ladesteckdose wirklich immer notwendig? Oder zeigt eine entsprechende Anzeige im Elektroauto das gleiche an?
- Ist eine Verstärkung des Leitungskabels in jedem Fall notwendig? Oder wird der Ladepunkt zum Beispiel nur von Pedelecs genutzt?

Viele dieser Anforderungen erfüllen einen klaren Zweck. Auch wenn sie nicht immer und in allen Fällen wirklich notwendig sind. Eine, besonders viel diskutierte Anforderung an die Hardware der Ladeinfrastruktur, soll an dieser



Stelle jedoch besonders betrachtet werden: Es ist die Anforderung der Smart-Grid-Tauglichkeit von Ladepunkten für Elektroautos.

Wieso sollten ausgerechnet Elektroautos während ihres Ladeprozesses gesteuert und geregelt werden um die Stromnetze zu entlasten? Woraus ergibt sich die besondere Verpflichtung just der Elektroautoautofahrer gegenüber dem Stromnetz? Ist es nicht sinnvoller zunächst die bestehenden, stationären Millionen von Waschmaschinen, Trocknern und Tiefkühlschränke in die „Netzpflcht“ zu nehmen, als eine auf absehbare Zeit noch sehr überschaubare Anzahl an Elektroautos?

Die Smart-Grid-Integration dient der Netzstabilität. Verantwortlich für die Netzstabilität sind die Betreiber der 380 kW-Übertragungsnetze. Aktuell gibt es keinen Regelmechanismus der den smarten und netzverträglichen Stromverbrauch billiger machen würde. Es fehlt somit jeder ökonomische Ansatz auch nur einen Cent in smart-grid-Technologie zu investieren.

Wenn man die Elektromobilität jedoch unterstützen und fördern will, darf man keine technische Anforderung stellen, die aktuell schlicht nutzlos ist und mit erheblichen Mehrkosten verbunden sind. So schöne technische Lösungsmöglichkeiten sich aus dem smart-grid-Gedanken für die Zukunft ergeben mögen, der Elektromobilität verpflichtend smart-grid-Tauglichkeit aufzuoktroieren bedeutet diese zu bremsen und zu behindern. Und dies zudem kausal völlig unbegründet. Die smart-grid-Tauglichkeit mag eine Zukunftstechnologie sein. Solange aber noch niemand bereit ist, etwas für netzverträgliche Stromnutzung zu bezahlen und solange noch völlig unklar ist, wie viel dieser „Unbekannte“ bereit ist dafür zu bezahlen, ist eine smart-grid-Tauglichkeit eine riesige Bürde und Belastung für die Elektromobilität und das Gegenteil einer Förderung.

## **7) Ein Abrechnungssystem darf zu keinem neuen Monopol führen.**

Die Form und Notwendigkeit der Abrechnung von Ladestrom ist davon abhängig, wo geladen wird. Sie ist grundsätzlich kein Thema bei Ladungen in der hauseigenen Garage. Die Abrechnung erfolgt hier über die Stromrechnung des Hauses. Ebenfalls von untergeordneter Bedeutung ist die Abrechnung von Ladestrom an Ladeparkplätzen am Arbeitsplatz. Um den Aufwand für Messgeräte und deren buchhalterischen Abrechnung und Verwaltung zu minimieren, liegt eine Pauschalierung gegenüber dem Mitarbeiter sehr nahe. Interessant wird diese Handhabung wahrscheinlich in erster Linie für Steuerbeamte bei der Frage der Bemessung des geldwerten Vorteils im Zusammenhang mit der Einkommensbesteuerung des begünstigten Mitarbeiters.

Diese Formen der Ladestromabrechnung werden zukünftig die meisten Abrechnungsvorgänge ausmachen. Anspruchsvoller werden die zahlenmäßig deutlich geringeren Abrechnungsvorgänge im öffentlichen und halböffentlichen Raum sein. Hierunter fallen zum Beispiel Abrechnungen am Straßenrand, auf Kundenparkplätzen und in gemeinschaftlich genutzten Tiefgaragen. Neben der Frage der zielgenauen Stromabrechnung spielt in diesen Fällen auch die Steuerung des Stromflusses als Sicherheitsaspekt eine zusätzliche Rolle. Die wesentlichen Gründe für eine eigene Steuerung und Abrechnung von Ladestrom liegen zum einen in der Vermeidung einer unberechtigten Fremdnutzung (Stromdiebstahl) und zum anderen in der Eröffnung der Möglichkeit, Ladestrom zu verkaufen.



Um zum Beispiel Stromdiebstahl in einer gemeinschaftlich genutzten Tiefgarage zu vermeiden genügt das Prinzip Schlüssel. Der entsprechende Ladepunkt kann nur mit Hilfe eines Schlüssels benutzt werden. Ein vor die Steckdose installierter Stromzähler misst den verbrauchten Strom, der dem Schlüsselhaber zugerechnet wird. Ein anspruchsvolleres und vor allem komplizierteres System ist nicht notwendig.

Verbleiben somit die Abrechnungsvorgänge bei denen zwei Anforderungen gleichzeitig erfüllt sein müssen: Erstens soll jeder die Ladestation nutzen dürfen und zweitens soll diese Nutzung kontrolliert und individuell abgerechnet werden. Typische Fälle für den zahlenmäßig geringen Anteil des Ladens auf Kundenparkplätzen und am Straßenrand.

Individuelle Abrechnung bedeutet also, dass bezahlt werden soll. Da die Münzparkautomaten schon heute ein Auslaufmodell sind, bleiben nur die Möglichkeiten des Zahlens mit Karte und Chip und des Zahlens mit Handy. Beide ermöglichen problemlos eine zielgerichtete Zugangsbeschränkung nur für „Berechtigte“. Wie der Bezahlvorgang final abläuft, könnte dabei eigentlich von untergeordneter Bedeutung sein. Jedoch bietet diese Problemlösung einen hervorragenden Ansatzpunkt für das begehrte Prinzip der network economies, dass man bereits von Microsoft und Co. kennt. Denn das System, das sich am schnellsten und am weitläufigsten verbreitet, setzt sich durch und dominiert und verdrängt jegliche Konkurrenz. Ist erst einmal ein System alleiniger Platzhirsch und quasi Monopolist, kann dieses die Preise diktieren, so wie es ihm gefällt. Regelmäßig ist das dann im Interesse des dominierenden Unternehmens und nicht im Interesse des Endverbrauchers.

Dieser Gefahr der Monopolbildung gilt es daher frühzeitig im Interesse aller heutigen und zukünftigen Elektrofahrzeugnutzer entgegen zu wirken. Man kann dies recht einfach bewerkstelligen. Es muss lediglich der einfache Grundsatz in den Vordergrund gerückt werden, dass immer dann, wenn ein Elektrofahrzeugnutzer vor einer Ladestation steht, der Ladevorgang nicht daran scheitern darf, dass dem Fahrer die nötige Berechtigung fehlt. Zumutbar wäre hierbei zum Beispiel, dass der Elektroautofahrer über eine EC- oder Kreditkarte verfügt oder ein Handy besitzt. Hingegen darf es nicht zu einer zwingenden Voraussetzung gehören, über einen eigenen Stromladevertrag, einen speziellen Ladechip, sei dieser im Auto, in einer eigenen Karte oder sonst wo, zu verfügen.

Hilfreich wäre daher eine frühzeitige Mitwirkung der Bundesnetzagentur als zentrale fachliche Koordinationsstelle. Die in diesem Fall nicht erst dann zum Einsatz käme, wenn es darum geht, bestehende Monopole aufzubrechen, sondern diese präventiv in der Entstehungsphase zu entschärfen und zu umgehen.